

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2001年10月4日 (04.10.2001)

PCT

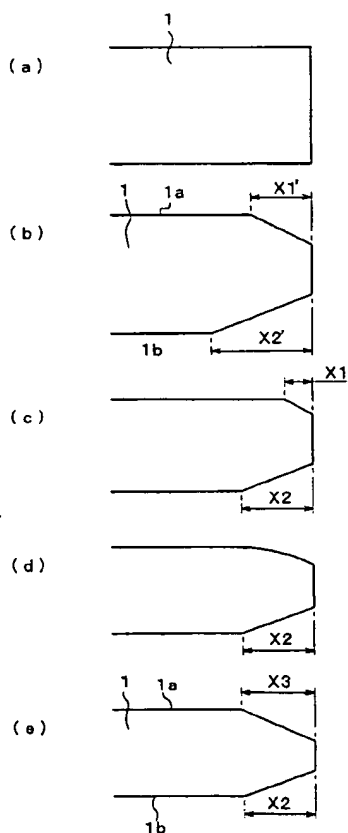
(10) 国際公開番号
WO 01/73831 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/304, 27/12, B24B 9/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/02448
- (22) 国際出願日: 2001年3月27日 (27.03.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2000-91882 2000年3月29日 (29.03.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越半
導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目4番
2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 阿部孝夫 (ABE,
Takao) [JP/JP]; 〒379-0196 群馬県安中市磯部二丁目
13番1号 信越半導体株式会社 半導体磯部研究所内
Gunma (JP). 武井時男 (TAKEI, Tokio) [JP/JP]. 岡部啓
一 (OKABE, Keiichi) [JP/JP]. 宮島 元 (MIYAJIMA,
Hajime) [JP/JP]; 〒387-0007 長野県更埴市大字屋代
1393 長野電子工業株式会社内 Nagano (JP).
- (74) 代理人: 早川政名, 外 (HAYAKAWA, Masana et al.);
〒112-0001 東京都文京区白山5丁目14番7号 早川ビ
ル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[続葉有]

(54) Title: PRODUCTION METHOD FOR SILICON WAFER AND SOI WAFER, AND SOI WAFER

(54) 発明の名称: シリコンウェーハ及びSOIウェーハの製造方法、並びにそのSOIウェーハ



(57) Abstract: A production method for a mirror-polished wafer with a minimum edge rounding (peripheral rounding) using a comparatively simple method, a production method for a bonding wafer having an SOI layer or a bond layer with its outer peripheral removed region eliminated or reduced, and the bonding wafer. A silicon wafer having a chamfered portion satisfying a relation, $X1 < X2$, is provided -- where $X1$ is a chamfered width of the front surface side of the silicon wafer, and $X2$ a chamfered width of the rear surface side thereof --, the front surface of the silicon wafer is mirror-polished, then the wafer is chamfered again so that the chamfered width on the front surface side is $X3$ ($X3 > X1$).

[続葉有]



添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

比較的簡便な方法により研磨ダレ（周辺ダレ）の少ない鏡面研磨ウェーハを製作する方法、及び外周除去領域がないか低減したSOI層またはボンド層を有する貼り合わせウェーハの製造方法並びにその貼り合わせウェーハを提供する。

シリコンウェーハの表面側の面取り幅を X_1 とし、裏面側の面取り幅を X_2 とするとき、 $X_1 < X_2$ である面取り部を有するシリコンウェーハを用意し、該シリコンウェーハの表面を鏡面研磨した後、表面側の面取り幅が X_3 ($X_3 > X_1$) になるように再度面取り加工する。

明 細 書

シリコンウェーハ及びＳＯＩウェーハの製造方法、並びにそのＳＯＩウェーハ

技術分野

- 本発明は、シリコンウェーハ及び貼り合わせＳＯＩ (silicon on insulator)
- 5 ウェーハやダイレクトボンドウェーハの貼り合わせウェーハの製造方法に関し、特にウェーハの外周部に生ずる研磨ダレを低減したシリコンウェーハ、及び外周除去領域がないか低減した貼り合わせＳＯＩウェーハ及びダイレクトボンドウェーハ並びにそれらの製造方法に関する。

10 背景技術

- シリコン鏡面ウェーハの一般的な製造工程としては、シリコン単結晶インゴットをワイヤーソーや内周刃式のスライサーを用いてウェーハ状にスライス加工するスライス工程と、スライスされたウェーハのワレ・カケを防止するためウェーハ周縁部を面取りする面取り工程と、平坦度を高めるために遊離砥粒を用いてラ
- 15 ッピングするラッピング工程と、加工歪みを除去するため酸性溶液やアルカリ性溶液を用いてエッチングを行うエッチング工程と、少なくとも一方の表面を研磨する鏡面研磨工程とを有することが知られている。

- 前記鏡面研磨工程においては、硬いシリコンウェーハを柔らかい研磨布によってメカノケミカル研磨（機械化学研磨）により鏡面仕上げされるので、その外周
- 20 部には図５に示すような研磨ダレ（以下、周辺ダレと呼ぶことがある。）と呼ばれる領域が存在する。この研磨ダレはデバイス作製に影響を及ぼすため、極力なくすることが望まれる。しかし、研磨ダレをゼロにするためには機械研磨のみにす

る必要があるが、機械加工によりクラックダメージを発生させない手法である延性モードによる加工方法を用いても、加工により転位は発生するので、これをメカノケミカル研磨で除去しなければならなければならない、結果として研磨ダレは避けられない。

- 5 ところで、このようなシリコン鏡面ウェーハを用いて貼り合わせSOIウェーハを作製することが行われる。貼り合わせSOIウェーハは、2枚のシリコンウェーハをシリコン酸化膜を介して貼り合わせる技術であり、例えば特公平5-46086号公報に示されている様に、少なくとも一方のウェーハに酸化膜を形成し、
10 接合面に異物を介在させることなく相互に密着させた後、200～1200℃の温度で熱処理して結合強度を高める方法が、従来より知られている。

 熱処理を行なうことにより結合強度が高められた貼り合わせウェーハは、その後の研削研磨工程が可能となるため、素子作製側ウェーハを研削及び研磨により所望の厚さに減厚加工することにより、素子形成を行なうSOI層を形成することができる。

- 15 しかし、貼り合わせ前の両ウェーハ表面は、前述した通りメカノケミカル研磨によって鏡面仕上げされているので、その外周部には研磨ダレが存在する。従って、両者が貼り合されて作製された貼り合わせウェーハの外周部には、例えば約1～3mm程度の未結合部分が発生してしまう。

- この未結合部分があるまま、一方のウェーハを研削・研磨すると、その工程中
20 に未結合部分の剥離が発生し、素子形成領域に傷やパーティクル付着等の悪影響を及ぼすので、この未結合部分は予め除去しておく必要がある。

 そこで、例えば特開平6-176993号公報では、2枚のシリコンウェーハを酸化膜を介して密着させた後、酸化性雰囲気中で熱処理を行なうことにより結合強度が高められた貼り合わせウェーハの外周の未結合部分を含む領域を、ボンド

ウェーハ（素子領域となる第一のシリコンウェーハ）の表面側から厚さ方向に向かってベースウェーハ（支持体となる第二のシリコンウェーハ）との結合界面の直前まで研削し、その後、結合界面までエッチングして未結合部分を完全に除去し、しかる後にそのボンドウェーハを研削・研磨して、所望の厚さまで減厚加工

5 することによって貼り合わせウェーハを作製する方法が提案されている。

この方法によれば、ベースウェーハの形状を変更することなく、未結合部分の除去が可能となるが、未結合部分を完全に除去するための外周除去幅としては、安全をみてボンドウェーハの外周端から少なくとも 3 mm を除去するのが一般的である。

10 また、貼り合わせウェーハを酸化性雰囲気中で熱処理することにより周辺の未結合部分を熱酸化膜により埋めることにより未結合部分を低減する技術（特開平 11-26336 号公報）も知られているが、未結合部分を熱酸化膜で十分に埋めるためには高温で長時間の酸化熱処理が必要である上、十分な結合強度が得られないという欠点があった。さらに別の手法として、2 枚のウェーハを貼り合わせ

15 せた後、両ウェーハの外周部を同時に研削し、ウェーハの直径を縮小することにより未結合部を除去する技術が特公平 4-4742 号公報に記載されている。

この手法によれば、SOI 層に上記特開平 6-176993 号公報のような外周除去領域のない SOI ウェーハが得られるが、作製すべき SOI ウェーハの規格直径よりも、大きな直径のウェーハを原料ウェーハとして使用しなければなら

20 ないという欠点があった。

また、シリコンウェーハ同士を酸化膜を介さず直接密着させて熱処理を行い結合強度を高めてダイレクトボンド（直接結合）ウェーハを製造する方法も従来より知られており、減厚加工した層（ボンド層）外周部の未結合部に関して貼り合わせ SOI ウェーハと同様の問題があった。

一方、近年の半導体デバイスの高集積化、高速度化に伴い、SOI層の厚さは更なる薄膜化と膜厚均一性の向上が要求されており、具体的には $0.1 \pm 0.01 \mu\text{m}$ 程度の膜厚及び膜厚均一性が必要とされている。

5 このような膜厚及び膜厚均一性をもつ薄膜SOIウェーハを貼り合わせウェーハで実現するためには従来の研削・研磨での減厚加工では不可能であるため、新たな薄膜化技術として、特開平5-211128号公報に開示されているイオン注入剥離法と呼ばれる方法（スマートカット（登録商標）とも呼ばれる。）が開発された。

10 このイオン注入剥離法は、二枚のシリコンウェーハのうち少なくとも一方に酸化膜を形成するとともに、一方のシリコンウェーハ（以下、ボンドウェーハと言うこともある。）の上面から水素イオンまたは希ガスイオンを注入し、該シリコンウェーハ内部に微小気泡層（封入層）を形成させた後、該イオン注入面を酸化膜を介して他方のウェーハ（以下、ベースウェーハということもある。）と密着させ、その後熱処理（剥離熱処理）を加えて微小気泡層を劈開面（剥離面）として一方のウェーハを薄膜状に剥離し、さらに熱処理（結合熱処理）を加えて強固に結合してSOIウェーハとする技術である。

20 尚、この方法は、酸化膜を介さずに直接シリコンウェーハ同士を結合することもできるし、シリコンウェーハ同士を結合する場合だけでなく、シリコンウェーハにイオン注入して、ベースウェーハとして石英、炭化珪素、アルミナ等の熱膨張係数の異なる絶縁性ウェーハと結合する場合にも用いられる。尚、最近では水素イオンを励起してプラズマ状態でイオン注入を行い、特別な熱処理を加えることなく室温で剥離を行うSOIウェーハの製造方法も知られている。

この方法によれば、剥離面は良好な鏡面であり、SOI層の均一性が極めて高いSOIウェーハが比較的容易に得られる上、剥離した一方のウェーハを再利用

できるので、材料を有効に使用できるという利点も有する。

また、薄膜状に剥離する際には、周辺部の未結合部分は貼り合わせ面で剥がれるので、前記のような周辺部の未結合領域を除去する工程が不要になるという利点も有しており、これは、SOI層の膜厚均一性、材料のリサイクルという利点と並び、イオン注入剥離法の重要な利点の1つである。

実際にイオン注入剥離法により作製されたSOIウェーハの周辺部を観察すると、ベースウェーハの外周端から内側へ向かって約1mmの領域にSOI層の外周端が位置していることがわかる。これは、結合した両ウェーハの外周部の研磨ダレの影響により、外周端から約1mmの領域が結合されずに剥離したものである。

尚、この外周端からの未結合幅は、研磨ダレの大きさに依存するが、通常のシリコン鏡面研磨ウェーハを用いた場合、通常は約1mm程度であり、最大でも2mm程度であることがわかっている。

以上のように、従来の貼り合わせSOIウェーハは、その原料として通常の鏡面研磨ウェーハを用いているため、そのウェーハの周辺ダレに起因して、SOI層の有効面積が外周から1～3mm程度縮小されるか、あるいは、最大限外周部まで使用可能にしようとする、通常の鏡面研磨ウェーハの規格よりも直径が若干大きなウェーハを準備して結合した後に未結合部分を除去して規格の直径に仕上げるといった工程等が必要とされるため、コストがかかり、量産品としての現実的な製造方法とは言えなかった。

また、シリコンウェーハ同士を酸化膜を介さず直接密着させたダイレクトボンドウェーハにおいても、減厚加工した層（ボンド層）外周部の未結合部に関して貼り合わせSOIウェーハと同様の問題があった。

本発明はこのような問題点に鑑みなされたものであって、比較的簡便な方法に

より周辺ダレの少ない鏡面研磨ウェーハを作製する方法を提供し、さらに、この方法を貼り合わせSOIウェーハ又はダイレクトボンドウェーハの製造方法に応用することにより、外周除去領域がないか低減したSOI層又はボンド層を有する貼り合わせウェーハの製造方法並びにその貼り合わせウェーハを提供することを目的とする。

発明の開示

本発明者らは、鏡面研磨ウェーハの研磨ダレを低減するため、鏡面研磨前の面取り形状に着目した。通常の製造工程で作製された鏡面研磨ウェーハの面取り部の面取り幅は、図4に示すように、ウェーハ表面側の面取り幅X1と、ウェーハ裏面側の面取り幅X2の寸法比は $X1 = X2$ （例えば、 $300 \pm 200 \mu m$ ）であることが多く、少なくとも表面の鏡面研磨を行う前に面取り加工される。用途によっては、X1、X2を異なる値に設定する場合もあるが、その場合においても面取り加工は表面の鏡面研磨前に行われることが通常である。ただし、鏡面面取り加工と称して、ウェーハ表面の鏡面研磨後に面取り部分を鏡面研磨することがあるが、これはパーティクルの発生を防止するための面取り部分の鏡面化が主な目的であって、その工程で面取り形状を変化させるものではない。

本発明者らは、この面取り工程に着目し、ウェーハ表面を鏡面研磨した後に再度表面側の面取り加工をすれば、研磨ダレ部分の一部または全部を面取り幅に取り込むことができるので、結果的に研磨ダレの低減が可能になることを発想した。

ただし、表面の研磨工程前に表面側に面取り加工が全く施されていないのでは、他の工程中にカケ、ワレが発生する可能性が高くなる。そこで、ウェーハ表面の研磨前に表面側の面取り部に予め施す面取り幅は裏面の面取り幅より小さくすることにより、欠け、割れが発生することを防止すると同時に、研磨ダレを低減で

きることになる。

又、上記の方法を貼り合わせSOIウェーハ又はダイレクトボンドウェーハの製造方法に応用することにより、外周除去領域がないか低減したSOI層又はボンド層を有する貼り合わせウェーハを製作できる。

- 5 また、SOIウェーハの製造方法においては、外周部の研磨ダレが低減される結果、特にSOI層が1 μ mより薄いような場合には、SOI層の表面側の面取り幅を広げるような面取り加工を行わなくても、少なくともSOI層側の表面の面取り部を鏡面面取り加工或いは、テープ研磨または軟研削加工を行った後に鏡面面取り加工を行うことで、外周除去領域がないか低減したSOI層を有する貼
10 り合わせウェーハを製作可能となる。

図面の簡単な説明

- 第1図は本発明に係るシリコンウェーハの製造方法の実施態様1を示すフロー図、第2図は本発明に係る貼り合わせSOIウェーハの製造方法の実施態様2を示すフロー図、第3図は本発明に係る貼り合わせSOIウェーハの製造方法の実
15 施態様3を示すフロー図、第4図はウェーハの表裏面外周部における面取り加工の説明図、第5図は鏡面研磨工程で生じる研磨ダレの説明図、第6図は鏡面面取り装置の一例を示す概略図、第7図は本発明に係るダイレクトボンドウェーハの製造方法の実施態様6を示すフロー図、第8図は本発明に係るダイレクトボンド
20 ウェーハの製造方法の実施態様7を示すフロー図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

第1図は本発明に係るシリコンウェーハの製造方法の<実施態様1>を示す製造工程のフロー図である。

5 工程(a)は、シリコン単結晶インゴットをワイヤーソーや内周刃式のスライサーを用いてウェーハ状にスライス加工したスライスウェーハ1である。このスライスされたシリコンウェーハ1の割れ、欠けを防止するため該ウェーハ1の表面側及び裏面側の周縁部を面取りする。

その面取りは工程(b)に示すように、表面側1aの面取り幅を $X1'$ 、裏面側1bの面取り幅を $X2'$ とすると、表面側1aの面取り幅 $X1'$ よりも裏面側1bの面取り幅 $X2'$ が大となるように面取り加工する。そして、その面取り加工は、ダイヤモンド砥石ホイールを用いて表面側1aと裏面側1bを同時に加工しても、或いは表面側1aと裏面側1bを別々に加工してもよいものである。

シリコンウェーハ1の周縁部の面取り加工を行った後、工程(c)ではラッピングとエッチング加工を行い、平坦度を高め且つ加工歪みを除去する。

15 スライシングにより生じたウェーハ表面の変形層(反り)を除去し平坦度を高めるラッピング加工は、平行な2枚の定盤の間にウェーハを入れ、酸化アルミニウムウムの砥粒が入ったラッピング液を流し込み、定盤を加圧回転することでウェーハ両面をラッピングする。

このラッピング加工は、スライシングにより生じた加工歪みの表面層をある程度除去すると共に、厚さバラツキを抑える役割を果たすが、ラッピングだけでは加工歪みを完璧に除去できないため、ラッピング後に加工歪み層を除去するための化学的なエッチング加工を行う。

20 そのエッチング加工は、酸性溶液(フッ酸、硝酸、酢酸の混合溶液)やアルカリ性溶液(NaOH水溶液)を用いて、表面から数十 μm の厚さをエッチングする。このラッピング及びエッチングにより表面側1a及び裏面側1bの面取り幅

は、それぞれ $X1' \rightarrow X1$ ($X1' > X1$)、 $X2' \rightarrow X2$ ($X2' > X2$) となる。尚、ラッピング工程後に再度面取り加工を行なった後、エッチングを行なう場合もある。

次に、工程 (d) でシリコンウェーハ 1 の表面側 1 a の鏡面研磨を行う。

5 この鏡面研磨は、加工液による化学研磨と砥粒による機械研磨を組合せて行う。

この方法はメカノケミカルポリッシングと呼ばれ、例えば、KOHのようなアルカリ液にコロイダルシリカを混合させた研磨剤を用い、人工皮革などの研磨布を張り付けた回転定盤上を適当な圧力を加えながら自転させて行う。

この鏡面研磨においては、硬いシリコンウェーハを柔らかい研磨布で鏡面仕上げするので、ウェーハの外周縁部に第5図に示したような研磨ダレが生じる。
10

尚、鏡面研磨を硬い研磨布を用いて行ったり、研磨時の圧力を強くすると、機械研磨の効果がより強くなるため、平面度のよい表面が得られるが、研磨痕や歪みが残留し易くなる。

シリコンウェーハ 1 の表面側 1 a を鏡面研磨した後、工程 (e) で表面側 1 a の周縁部を、その面取り幅が $X3$ ($X3 > X1$) になるように面取り加工する。
15

この面取り加工は、前述のダイヤモンド砥石ホイール等で行うことができる。又、加工後の面取り部分に残る加工歪みを除去する必要がある場合には、鏡面面取り加工等の工程を付加してもよい。これにより、研磨ダレ部分の一部または全部を上記面取り幅 $X3$ の範囲内に取り込むことができるため、研磨ダレを低減することができる。この際、 $X3 = X2$ とすれば、表裏の面取り幅が同一なウェーハを作製することができる。
20

尚、前記した工程 (c) のラッピング工程やエッチング工程の代替として、または、ラッピングやエッチングの後に表面側 1 a を平面研削し、更に $1 \sim 5 \mu m$ 程度のアルカリエッチングを施した後、工程 (d) の鏡面研磨工程で研磨代 2μ

m以下の鏡面研磨を行うことにより、ウェーハ1外周縁部の研磨ダレを極めて低減できると同時に、加工歪みのない表面を得ることができる。

<実施態様2>

この実施態様2は本発明に係る貼り合わせSOIウェーハの製造方法を示し、
5 その製造工程を第1図及び第2図に基づき説明する。

先ず、貼り合わせに使用する2枚のシリコンウェーハを用意するが、その2枚のシリコンウェーハ1、2は<実施態様1>と同一の方法で(a)～(d)の工程を経て2枚の鏡面研磨ウェーハを準備する。

次に、工程(f)において2枚のウェーハのうち、一方のウェーハ(ボンドウェーハ)1を熱酸化して表面に酸化膜3を形成する。この酸化膜3はSOIウェーハの埋め込み酸化膜となるので、その厚さは用途に応じて設定されるが、通常
10 0.1～2.0 μ m程度が選択される。尚、この酸化膜3はボンドウェーハ1に限らず、ベースウェーハ1に施してもよいものである。

これを、工程(g)のように他方のウェーハ(ベースウェーハ)2とを酸化膜
15 3を介して清浄な雰囲気下の室温で鏡面研磨面同士を密着させる。そして、この密着させたウェーハ1、2を熱処理して、結合強度を高める。熱処理の温度としては、1000℃以上が好ましく、より好ましくは1100℃以上が最適である。

次に工程(h)は、ボンドウェーハ1の減厚加工工程で、ボンドウェーハ1をその表面側から肉厚方向に向かって所望厚さまで研削及び研磨して、所定のSO
20 I層1'厚さに仕上げる。また、研削研磨後に更に気相エッチング(例えば、第2565617号公報に記載されたPACE法と呼ばれる方法など)して膜厚均一性の高いSOIウェーハを作製することもできる。

工程(i)は、SOIウェーハにおける表面側(SOI層1'側)の外周縁部を面取りする面取り加工工程で、SOI層1'の外周縁部及びベースウェーハ2

の表面側の外周縁部の研磨ダレ部分（ボンドウェーハとの未結合部分）を除去する面取り幅 X_3 ($X_3 > X_1$) となるように面取り加工する。面取り加工は、前述のダイヤモンド砥石ホイール等で行い、必要に応じて加工歪みを除去する為のエッチングや鏡面面取り加工を付加することができる。この場合、未結合部分を
5 確実に除去する為には $X_3 \geq X_2$ とすることが好ましい。また、SOI層表面の最終研磨を面取り加工後に行うこともできる。尚、SOI層は、厚くても数十 μ m 程度であるため、面取り幅にはあまり影響しない。

<実施態様 3>

この実施態様 3 は、イオン注入剥離法で SOI 層の減厚加工を行う貼り合わせ
10 SOI ウェーハの製造工程を第 3 図 (j) ~ (o) に基づき説明する。

先ず、貼り合わせに使用する 2 枚のシリコンウェーハを用意するが、その 2 枚のシリコンウェーハ 1、2 は<実施態様 2>と同一の方法で、第 1 図 (a) ~ (d) 及び第 2 図 (f) の工程を経て 2 枚のウェーハを準備する。

次に工程 (j) で、酸化膜 3 を形成したボンドウェーハ 1 の一方の面（ベース
15 ウェーハ 2 と結合する面）の上面から酸化膜を通して水素イオンまたは希ガスイオンのうち少なくとも一方（ここでは水素イオン）を注入し、シリコンウェーハ内部にイオンの平均進入深さにおいて表面に平行な微小気泡層（封入層）4 を形成させる。イオンの注入線量は $5 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 以上とすることが好ましい。

20 尚、ボンドウェーハ 1 へのイオン注入は、酸化膜を形成したボンドウェーハに対して行う形態に限られるものではなく、工程 (d) を完了したウェーハにイオン注入してもよいものである。その場合は、ベースウェーハ 2 におけるボンドウェーハ 1 との密着面に予め酸化膜を形成するようにする。

次に、工程 (k) は、イオン注入したボンドウェーハ 1 をそのイオン注入面側

(表面側 1 a) を、他方のウェーハ 2 (ベースウェーハ) の表面側 2 a に重ね合わせて密着させる工程であり、常温の清浄な雰囲気下で 2 枚のウェーハの表面同士を接触させることにより、接着剤等を用いることなくウェーハ同士が接着する。

5 工程 (1) は、イオン注入により形成された封入層を境界として剥離することによって、剥離ウェーハ (図示省略) と SOI ウェーハ 5 (SOI 層 6 + 埋め込み酸化膜 3' + ベースウェーハ 2) に分離する剥離熱処理工程であり、不活性ガス雰囲気または酸化性ガス雰囲気下で 400 ~ 600℃ 程度の温度で熱処理を加えれば、結晶の再配列と気泡の凝集とによって剥離ウェーハと SOI ウェーハ 5 に分離されると同時に、室温での密着面もある程度は強固に結合がなされる。

10 SOI ウェーハ 5 をデバイス作製工程で使用するためには、工程 (1) の剥離熱処理による結合力では十分でないので、工程 (m) の結合熱処理として高温の熱処理を施し、結合強度を十分に高める。この熱処理は、例えば不活性ガス雰囲気または酸化性ガス雰囲気下、1000℃ 以上の温度で処理するのが好ましく、より好ましくは 1100℃ 以上が好適である。また、ランプ加熱装置のような急速加熱・急速冷却装置を用いれば、1000℃ ~ 1350℃ の温度で 1 ~ 300
15 秒程度の短時間で十分な結合強度が得られる。

又、工程 (m) の結合熱処理として工程 (1) の剥離熱処理を兼ねて行う場合には工程 (1) を省略することもできる。

そして、工程 (n) は、SOI ウェーハ 5 における表面側 (SOI 層 6 側) の
20 外周縁部を面取りする面取り加工工程で、実施態様 2 と同様に SOI 層 6 の外周縁部及びベースウェーハ 2 の表面側 2 a の外周縁部の研磨ダレ部分 (ボンドウェーハとの未結合部分) を除去する面取り幅 X_3 ($X_3 > X_1$ 、好ましくは $X_3 \geq X_2$) となるように面取り加工する。尚、SOI 層は、厚くても 1 μ m 程度であるため、面取り幅にはほとんど影響しない。

工程（o）は、必要に応じてSOI層の表面である劈開面（剥裏面）に存在するイオン注入によるダメージ層や表面粗さを除去する鏡面研磨工程である。この工程としては、タッチポリッシュと呼ばれる研磨代の極めて少ない研磨（5～数百nm程度の研磨代）を行う。

- 5 以上の工程により、外周除去領域のない貼り合わせSOIウェーハを作製することができた。

<実施態様4>

- 10 <実施態様2>においては、第2図の工程（i）でSOIウェーハにおける表面側の外周縁部を、面取り幅が $X3$ （ $X3 > X1$ ）となるように面取り加工を行っているが、<実施態様4>においてはSOI層1'の外周縁部及びベースウェーハ2の表面側の面取り部を鏡面面取り加工を行うことによって、SOI層の未結合部分を除去すると共に、ベースウェーハの面取り部を平坦化する。

第6図は本実施態様において使用可能な鏡面面取り装置の例である。

- 15 鏡面面取り装置11は、円筒状の研磨布12の表面13に、ウェーハWを傾けた状態で押圧し、研磨剤供給ノズル16から研磨剤15を供給しながら両者を回転させて面取り部の鏡面研磨を行うものである。

- 20 第2図の工程（h）で得られたSOIウェーハのSOI層1'の外周縁部が円筒状の研磨布12の表面13に接触するような角度で鏡面面取り加工を行うことによってSOI層1'の外周の未結合部部分が除去されると共に、必要に応じてベースウェーハ2の面取り部が円筒状に研磨布12の表面13に接触するような角度で鏡面面取り加工を行うことによってベースウェーハ2の面取り部が鏡面化される。この場合には、ベースウェーハ2のSOI層側の面取り部の幅 $X1$ はほとんど変化しない。ウェーハの外周部の研磨ダレが小さい場合には、この方法でも外周除去領域の大幅な低減が可能となる。

尚、鏡面面取り加工を行う前に、砥粒が担持されたテープをSOI層1'の外周縁部及びベースウェーハ2の面取り部に接触するような角度でテープ研磨を行うことも可能である。テープ研磨に用いる装置としては、特開平8-169946号公報に開示されているような装置を用いることが可能である。

- 5 また、鏡面面取り加工を行う前に、第6図の装置で円筒状の研磨布12に代えて円筒状の砥石を用い、ウェーハと砥石の押圧力を一定として、研磨液を供給しながら研削を行う軟研削加工を行うことも可能である。

テープ研磨加工や軟研削加工では、面取り部の幅を大きく変化させることはできないが、条件の選択により僅かには広げることが可能になる。SOI層の厚さが数ミクロンと厚いものでは、鏡面面取り加工前にテープ研磨加工や軟研削加工
10 を行うことが好ましい。

本実施態様においても、SOI層の最終研磨を鏡面面取り加工後に行うこともできる。

<実施態様5>

- 15 <実施態様3>においては第3図の工程(n)でSOIウェーハにおける表面側の外周縁部を、面取り幅がX3 ($X3 > X1$) となるように面取り加工を行っているが、<実施態様5>においても<実施態様4>と同様にSOI層6の外周縁部及びベースウェーハ2の表面側の面取り部を鏡面面取り加工を行うことによって、SOI層の未結合部分を除去すると共に、ベースウェーハの面取り部を平
20 坦化する。

本実施態様において使用可能な鏡面面取り装置としては、前記した<実施態様4>で説明した第6図の装置を使用することができる。

第3図の工程(m)で得られたSOIウェーハのSOI層6の外周縁部が円筒状の研磨布12の表面13に接触するような角度で鏡面面取り加工を行うことに

よってSOI層6の外周の未結合部部分が除去されると共に、必要に応じてベースウェーハ2の面取り部が円筒状に研磨布12の表面13に接触するような角度で鏡面面取り加工を行うことによってベースウェーハ2の面取り部が鏡面化される。この場合には、ベースウェーハ2のSOI層側の面取り部の幅X1はほとんど変化しない。ウェーハの外周部の研磨ダレが小さい場合には、この方法でも外周除去領域の大幅な低減が可能となる。

尚、本実施態様5においても前記した<実施態様4>と同様、鏡面面取り加工を行う前に、砥粒が担持されたテープをSOI層6の外周縁部及びベースウェーハ2の面取り部に接触するような角度でテープ研磨を行うことも可能である。その場合、テープ研磨に用いる装置としては、特開平8-169946号公報に開示されているような装置を用いることが可能である。

<実施態様6>

この実施態様6はダイレクトボンドウェーハの製造方法であり、酸化膜を介さずに直接シリコンウェーハ同士を貼り合わせる点を除いては<実施態様2>とほぼ同様である。以下、その製造工程を第7図(g')~(i')に基づき説明する。

まず、貼り合わせに使用する2枚のシリコンウェーハを用意するが、その2枚のシリコンウェーハ1、2は<実施態様1>と同一の方法で(a)~(d)の工程を経て2枚の鏡面研磨ウェーハを準備する。

次に、工程(g')のように準備した2枚のシリコンウェーハ(ボンドウェーハ1とベースウェーハ2)を清浄な雰囲気下の室温で鏡面研磨面同士を密着させる。そして、この密着させたウェーハを熱処理して、結合強度を高める。熱処理の温度としては、1000℃以上が好ましく、より好ましくは1100℃以上が最適である。

続いて、工程(h')で一方のウェーハ(ボンドウェーハ1)の減厚加工工程

を行う。＜実施態様 2＞と同様にボンドウェーハ 1 をその表面側から肉厚方向に向かって所望厚さまで研削及び研磨して所定のボンド層厚さに仕上げる。また、研削研磨後に更に気相エッチング（例えば前記の P A C E 方と呼ばれる方法など）して膜厚均一性の高いダイレクトボンドウェーハを作製することができる。

- 5 次に、工程（i'）で＜実施態様 2＞と同様にダイレクトボンドウェーハにおける表面側（ボンド層側）の外周縁部を面取りする面取り加工工程を行う。ボンド層 7 の外周縁部及びベースウェーハ 2 の表面側の外周縁部の研磨ダレ部分（ボンドウェーハとの未結合部分）を除去する面取り幅 X_3 ($X_3 > X_1$) となるように面取り加工する。面取り加工は、前述のダイヤモンド砥石ホイール等で行い、必要に応じて加工歪みを除去するためのエッチングや鏡面面取り加工を付加
- 10 することができる。この場合、未結合部分を確実に除去するためには $X_3 \geq X_2$ とすることが好ましい。また、ボンド層 7 表面の最終研磨を面取り加工後に行うこともできる。

＜実施態様 7＞

- 15 この実施態様 7 はダイレクトボンドウェーハの製造方法であり、酸化膜を介さずに直接シリコンウェーハ同士を貼り合わせる点を除いては＜実施態様 3＞とほぼ同様である。以下、その製造工程を第 8 図（j'）～（o'）に基づき説明する。

- 先ず、貼り合わせに使用する 2 枚のシリコンウェーハを用意するが、その 2 枚のシリコンウェーハ 1、2 は＜実施態様 1＞と同一の方法で（a）～（d）の工程を経て 2 枚の鏡面研磨ウェーハを準備する。
- 20 次に、工程（j'）で準備した 2 枚のシリコンウェーハ（ボンドウェーハとベースウェーハ）のうち一方のウェーハ（ボンドウェーハ 1）の一方の面（ベースウェーハと結合する面）の上方から水素イオンまたは希ガスイオンのうち少なくとも一方（ここでは水素イオン）を注入し、シリコンウェーハ内部にイオンの平

均進入深さにおいて表面に平行な微小気泡層（封入層）4を形成させる。イオンの注入線量は $5 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^2$ 以上とすることが好ましい。

次に、工程（k'）はイオン注入したボンドウェーハ1を、他方のウェーハ（ベースウェーハ2）の表面側に重ね合せて密着させる工程であり、常温の清浄な雰囲気下で2枚のウェーハの表面同士を密着させることにより、接着剤等を用いることなくウェーハ同士が接着する。

工程（l'）は、イオン注入により形成された封入層を境界として剥離することによって、剥離ウェーハ（図示省略）とダイレクトボンドウェーハ8（ボンド層7＋ベースウェーハ2）に分離する剥離熱処理工程であり、不活性ガス雰囲気または酸化性ガス雰囲気下で400～600℃程度の温度で熱処理を加えれば、結晶の再配列と気泡の凝集とによって剥離ウェーハとダイレクトボンドウェーハ8に分離されると同時に、室温での密着面もある程度は強固に結合がなされる。

ダイレクトボンドウェーハ8をデバイス作製工程で使用するためには、工程（l'）の剥離熱処理による結合力では十分でないので、工程（m'）の結合熱処理として高温の熱処理を施し、結合強度を十分に高める。この熱処理は、例えば不活性ガス雰囲気または酸化性ガス雰囲気下、1000℃以上の温度で処理するのが好ましく、より好ましくは1100℃以上が好適である。また、ランプ加熱装置のような急速加熱・急速冷却装置を用いれば、1000℃～1350℃の温度で1～300秒程度の短時間で十分な結合強度が得られる。

又、工程（m'）の結合熱処理として工程（l'）の剥離熱処理を兼ねて行う場合には工程（l'）を省略することもできる。

そして、工程（n'）は、ダイレクトボンドウェーハ8における表面側（ボンド層9側）の外周縁部を面取りする面取り加工工程で、実施態様2と同様にボンド層9の外周縁部及びベースウェーハ2の表面側2aの外周縁部の研磨ダレ部分

(ボンドウエーハとの未結合部分)を除去する面取り幅 X_3 ($X_3 > X_1$ 、好ましくは $X_3 \geq X_2$)となるように面取り加工する。尚、ボンド層は、厚くても $1\mu\text{m}$ 程度であるため、面取り幅にはほとんど影響しない。

5 工程(o')は、必要に応じてボンド層の表面である劈開面(剥裏面)に存在するイオン注入によるダメージ層や表面粗さを除去する鏡面研磨工程である。この工程としては、タッチポリッシュと呼ばれる研磨代の極めて少ない研磨(5～数百nm程度の研磨代)を行う。

以上の工程により、外周除去領域がないか低減した貼り合わせウェーハを作製することができた。

10 <実施態様8>

<実施態様6>においては、第7図の工程(i')でダイレクトボンドウエーハにおける表面側の外周縁部を、面取り幅が X_3 ($X_3 > X_1$)となるように面取り加工を行っているが、<実施態様8>においてはボンド層7の外周縁部及びベースウェーハ2の表面側の面取り部を鏡面面取り加工を行うことによって、ボン
15 ド層の未結合部分を除去すると共に、ベースウェーハの面取り部を平坦化する。

本実施態様において使用可能な鏡面面取り装置は、前記した実施態様4で説明した第6図の鏡面面取り装置を使用することができるため、詳細な説明は省略する。

第7図の工程(h')で得られたダイレクトボンドウエーハのボンド層7の外
20 周縁部が円筒状の研磨布12の表面13に接触するような角度で鏡面面取り加工を行うことによってボンド層7の外周の未結合部部分が除去されると共に、必要に応じてベースウェーハ2の面取り部が円筒状に研磨布12の表面13に接触するような角度で鏡面面取り加工を行うことによってベースウェーハ2の面取り部が鏡面化される。この場合には、ベースウェーハ2のボンド層側の面取り部の幅

X 1 はほとんど変化しない。ウェーハの外周部の研磨ダレが小さい場合には、この方法でも外周除去領域の大幅な低減が可能となる。

5 尚、鏡面面取り加工を行う前に、砥粒が担持されたテープをボンド層 7 の外周縁部及びベースウェーハ 2 の面取り部に接触するような角度でテープ研磨を行うことも可能である。テープ研磨に用いる装置としては、前記した特開平 8 - 1 6 9 9 4 6 号公報に開示されているような装置を用いることが可能である。

また、鏡面面取り加工を行う前に、第 6 図の装置で円筒状の研磨布 1 2 に代えて円筒状の砥石を用い、ウェーハと砥石の押圧力を一定として、研磨液を供給しながら研削を行う軟研削加工を行うことも可能である。

10 テープ研磨加工や軟研削加工では、面取り部の幅を大きく変化させることはできないが、条件の選択により僅かには広げることが可能になる。ボンド層の厚さが数ミクロンと厚いものでは、鏡面面取り加工前にテープ研磨加工や軟研削加工を行うことが好ましい。

15 本実施態様においても、S O I 層の最終研磨を鏡面面取り加工後に行うこともできる。

<実施態様 9>

20 <実施態様 7>においては第 8 図の工程 (n') でダイレクトボンドウェーハにおける表面側の外周縁部を、面取り幅が X 3 ($X 3 > X 1$) となるように面取り加工を行っているが、<実施態様 9>においても<実施態様 8>と同様にボンド層 9 の外周縁部及びベースウェーハ 2 の表面側の面取り部を鏡面面取り加工を行うことによって、ボンド層の未結合部分を除去すると共に、ベースウェーハの面取り部を平坦化する。

本実施態様において使用可能な鏡面面取り装置としては、前記した<実施態様 4>で説明した第 6 図の装置を使用することができる。

第8図の工程（m'）で得られたダイレクトボンドウェーハ8のボンド層9の外周縁部が円筒状の研磨布12の表面13に接触するような角度で鏡面面取り加工を行うことによってボンド層6の外周の未結合部部分が除去されると共に、必要に応じてベースウェーハ2の面取り部が円筒状に研磨布12の表面13に接触
5 するような角度で鏡面面取り加工を行うことによってベースウェーハ2の面取り部が鏡面化される。この場合には、ベースウェーハ2のボンド層9側の面取り部の幅X1はほとんど変化しない。ウェーハの外周部の研磨ダレが小さい場合には、この方法でも外周除去領域の大幅な低減が可能となる。

尚、本実施態様9においても前記したく実施態様8>と同様、鏡面面取り加工
10 を行う前に、砥粒が担持されたテープをボンド層9の外周縁部及びベースウェーハ2の面取り部に接触するような角度でテープ研磨を行うことも可能である。その場合、テープ研磨に用いる装置としては、同様に特開平8-169946号公報に開示されているような装置を用いることが可能である。

15 実施例

シリコン単結晶インゴットをワイヤーソーを用いてスライスし、直径150mmのシリコンウェーハを作製した。

これらのウェーハの外周部を粒度が1500番（JIS規格）のダイヤモンド
20 砥石ホイールを用いて、表面側の面取り幅（X1'）が350μm、裏面側の面取り幅（X2'）が500μmになるように（面取り角度は約20°）として面取り加工を行った。

面取り加工後のウェーハを酸化アルミニウムの1200番の遊離砥粒を含んだスラリーで加圧回転加工するラッピング工程（ラップ代片面約50μm）を行った後、混酸液（硝酸、フッ酸、酢酸の混合水溶液）を用いて、片面約20μmの

エッチングを行い、ラッピングの加工歪みを除去した。

さらに、表面側のみ約 $10\text{ }\mu\text{m}$ の平面研削（2000番）を行った後、NaOH水溶液によるアルカリエッチングにより全面を約 $2\text{ }\mu\text{m}$ エッチングした。この時点での面取り幅は、X1が約 $130\text{ }\mu\text{m}$ 、X2が約 $300\text{ }\mu\text{m}$ であった。そして、最後に表面側を約 $2\text{ }\mu\text{m}$ のメカノケミカル研磨を行うことにより、研磨ダレの極めて少ない鏡面研磨ウェーハを作製した。

作製されたウェーハから2枚（ボンドウェーハ、ベースウェーハ）を取り出し、ボンドウェーハとしてその表面に熱酸化膜を 400 nm 形成した後、その酸化膜を通して水素イオンを注入した。注入エネルギーは 90 keV 、注入線量は $8 \times 10^{16}\text{ atoms/cm}^3$ とした。

次にイオン注入後のボンドウェーハと、ベースウェーハとを室温で密着させ、その状態で窒素雰囲気下、 500°C 、30分の熱処理を行った。その結果、ボンドウェーハがイオン注入層で剥離し、約 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ 厚のSOI層を有するSOIウェーハが作製された。

このSOIウェーハの結合強度を向上させるため、 1100°C 、2時間の熱処理を行った後、外周部を顕微鏡観察して、ベースウェーハの外周端とSOI層の外周端との距離を測定したところ、約 $300\text{ }\mu\text{m}$ であった。

即ち、ボンドウェーハとベースウェーハとして、本発明方法による研磨ダレの少ない鏡面研磨ウェーハを用いたことにより、貼り合わせウェーハの未結合幅が通常に比べ減少したことがわかった。

そこで、この貼り合わせSOIウェーハのSOI層側の面取り部を、裏面側の面取り幅である約 $300\text{ }\mu\text{m}$ に合わせて面取り加工した。面取り加工は1500番のダイヤモンド砥石ホイールを用いて行い、その加工歪みを除去する為、鏡面面取り加工を行った。そして、最後にSOI層表面に残るイオン注入ダメージ層

や表面粗さを除去するために、研磨代の少ない研磨（研磨代約 $0.1\mu\text{m}$ ）の研磨を行った結果、外周除去領域のない貼り合わせSOIウェーハが作製された。

尚、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、前記<実施態様3>や<実施態様5>ではイオン注入剥離法により2枚のシリコンウェーハを酸化膜を介して結合させてSOIウェーハを作製する工程について説明したが、
5 本発明は、他の貼り合わせウェーハの作製方法、シリコンウェーハ同士を貼り合わせる場合のみならず、シリコンウェーハにイオンを注入して、これと SiO_2 、 SiC 、 Al_2O_3 等の絶縁性ウェーハとを直接結合してSOIウェーハ作製する場合にも適用することができる。

10 また、上記実施形態では水素イオン剥離法において熱処理を施して剥離する場合について説明したが、本発明は、水素イオンを励起してプラズマ状態でイオン注入を行い、特別な熱処理を行うことなく室温で剥離を行う水素イオン注入剥離法にも適用することができる。

また、鏡面研磨後やSOI層、ボンド層形成後の面取り加工や、鏡面面取り加工を行う際には、鏡面研磨やSOI層、ボンド層の表面をポリビニルブチラール
15 のような樹脂の薄膜で被覆した後に、面取り加工や鏡面面取り加工を行うことによって表面を保護して端部の加工を行うことが可能である。

ポリビニルブチラールは洗浄時に薄膜化したものを除去することが可能であるので好適に使用できるが、樹脂はこれに限定されず、シリコン表面に容易に薄膜
20 が形成でき、シリコンウェーハに通常用いられる洗浄工程で前記薄膜が除去可能なものであれば使用可能である。

産業上の利用の可能性

本発明のシリコンウェーハの製造方法によれば、従来に比べ研磨ダレ（周辺ダ

レ)を低減できたシリコンウェーハを得ることができる。

また、本発明の貼り合わせSOIウェーハの製造方法によれば、貼り合わせSOIウェーハの未結合幅を縮小することができ、その結果、外周除去領域がないか低減した貼り合わせSOIウェーハを得ることができる。

5 そして、外周除去領域がないか低減したSOI層を有する貼り合わせSOIウェーハを提供できる。

又、本発明の貼り合わせウェーハ製造方法によれば、ダイレクトボンドウェーハの未結合幅を縮小することができ、その結果、外周除去領域がないか低減したダイレクトボンドウェーハを得ることができる。

10 そして、外周除去領域がないか低減したボンド層を有するダイレクトボンドウェーハを提供できる。

15

20

請 求 の 範 囲

1. シリコンウェーハの表面側の面取り幅を X_1 とし、裏面側の面取り幅を X_2 とすると、 $X_1 < X_2$ である面取り部を有するシリコンウェーハを用意し、該シリコンウェーハの表面を鏡面研磨した後、表面側の面取り幅が X_3 ($X_3 > X_1$)になるように面取り加工することを特徴とするシリコンウェーハの製造方法。
- 5
2. シリコンウェーハの表面側の面取り幅を X_1 とし、裏面側の面取り幅を X_2 とすると、 $X_1 < X_2$ である面取り部を有するシリコンウェーハを2枚用意し、両ウェーハの表面を鏡面研磨した後、酸化膜を介して密着させた状態で熱処理を加え、一方のウェーハを所望厚さまで減厚して貼り合わせSOIウェーハを作製
- 10
- した後、該SOIウェーハのSOI層側の表面の面取り幅が X_3 ($X_3 > X_1$)になるように面取り加工することを特徴とする貼り合わせSOIウェーハの製造方法。
3. シリコンウェーハの表面側の面取り幅を X_1 とし、裏面側の面取り幅を X_2 とすると、 $X_1 < X_2$ である面取り部を有するシリコンウェーハを2枚用意し、
- 15
- 両ウェーハの表面を鏡面研磨した後、一方のウェーハ（ボンドウェーハ）の表面に水素イオンまたは希ガスイオンの少なくとも一方を注入して内部に微小気泡層（注入層）を形成し、酸化膜を介して他方のウェーハ（ベースウェーハ）と密着させた状態で熱処理を加えて前記微小気泡層でボンドウェーハを薄膜状に剥離して貼り合わせSOIウェーハを作製した後、該SOIウェーハのSOI層側の表
- 20
- 面の面取り幅が X_3 ($X_3 > X_1$)になるように面取り加工することを特徴とする貼り合わせSOIウェーハの製造方法。
4. シリコンウェーハの表面側の面取り幅を X_1 とし、裏面側の面取り幅を X_2 とすると、 $X_1 < X_2$ である面取り部を有するシリコンウェーハを2枚用意し、両ウェーハの表面を鏡面研磨した後、酸化膜を介して密着させた状態で熱処理を

加え、一方のウェーハを所望厚さまで減厚して貼り合わせSOIウェーハを作製した後、該SOIウェーハの少なくともSOI層側の表面の面取り部を鏡面面取り加工することを特徴とする貼り合わせSOIウェーハの製造方法。

5 5. シリコンウェーハの表面側の面取り幅を X_1 とし、裏面側の面取り幅を X_2 とすると、 $X_1 < X_2$ である面取り部を有するシリコンウェーハを2枚用意し、両ウェーハの表面を鏡面研磨した後、一方のウェーハ（ボンドウェーハ）の表面に水素イオンまたは希ガスイオンの少なくとも一方を注入して内部に微小気泡層（注入層）を形成し、酸化膜を介して他方のウェーハ（ベースウェーハ）と密着させた状態で熱処理を加えて前記微小気泡層でボンドウェーハを薄膜状に剥離して貼り合わせSOIウェーハを作製した後、該SOIウェーハの少なくともSOI層側の表面の面取り部を鏡面面取り加工することを特徴とする貼り合わせSOIウェーハの製造方法。

10 6. 前記鏡面面取り加工を行う前に、前記SOIウェーハのSOI層側の表面の面取り部をテープ研磨または軟研削加工によって処理することを特徴とする請求項4または5に記載の貼り合わせSOIウェーハの製造方法。

7. 請求項2乃至請求項6の何れか1項によって作製された、外周除去領域のない貼り合わせSOIウェーハ。

20 8. シリコンウェーハの表面側の面取り幅を X_1 とし、裏面側の面取り幅を X_2 とすると、 $X_1 < X_2$ である面取り部を有するシリコンウェーハを2枚用意し、両ウェーハの表面を鏡面研磨した後、直接密着させた状態で熱処理を加え、一方のウェーハを所望厚さまで減厚して貼り合わせウェーハを作製した後、該貼り合わせウェーハの少なくとも減厚した層側の表面の面取幅が X_3 （ $X_3 > X_1$ ）になるように面取り加工することを特徴とする貼り合わせウェーハの製造方法。

9. シリコンウェーハの表面側の面取り幅を X_1 とし、裏面側の面取り幅を X_2

とするとき、 $X1 < X2$ である面取り部を有するシリコンウェーハを2枚用意し、
両ウェーハの表面を鏡面研磨した後、一方のウェーハ（ボンドウェーハ）の表面
に水素イオンまたは希ガスイオンの少なくとも一方を注入して内部に微小気泡層
（注入層）を形成し、直接他方のウェーハ（ベースウェーハ）と密着させた状態
5 で熱処理を加えて前記微小気泡層でボンドウェーハを薄膜状に剥離して貼り合わ
せウェーハを作製した後、該貼り合わせウェーハの少なくともボンドウェーハ側
の表面の面取幅が $X3$ （ $X3 > X1$ ）になるように面取り加工することを特徴と
する貼り合わせウェーハの製造方法。

10 10. シリコンウェーハの表面側の面取り幅を $X1$ とし、裏面側の面取り幅を $X2$
とするとき、 $X1 < X2$ である面取り部を有するシリコンウェーハを2枚用意
し、両ウェーハの表面を鏡面研磨した後、直接密着させた状態で熱処理を加え、
一方のウェーハを所望厚さまで減厚して貼り合わせ貼り合わせウェーハを作製し
た後、該貼り合わせウェーハの少なくとも減厚した層側の表面の面取り部を鏡面
面取り加工することを特徴とする貼り合わせウェーハの製造方法。

15 11. シリコンウェーハの表面側の面取り幅を $X1$ とし、裏面側の面取り幅を $X2$
とするとき、 $X1 < X2$ である面取り部を有するシリコンウェーハを2枚用意
し、両ウェーハの表面を鏡面研磨した後、一方のウェーハ（ボンドウェーハ）の
表面に水素イオンまたは希ガスイオンの少なくとも一方を注入して内部に微小気
泡層（注入層）を形成し、直接他方のウェーハ（ベースウェーハ）と密着させた
20 状態で熱処理を加えて前記微小気泡層でボンドウェーハを薄膜状に剥離して貼り
合わせウェーハを作製した後、該貼り合わせウェーハの少なくともボンドウェー
ハ側の表面の面取り部を鏡面面取り加工することを特徴とする貼り合わせウェー
ハの製造方法。

12. 前記鏡面面取り加工を行う前に、前記貼り合わせウェーハの減厚した層側

あるいはボンドウェーハ側の表面の面取り部をテープ研磨または軟研削加工によって処理することを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の貼り合わせウェーハの製造方法。

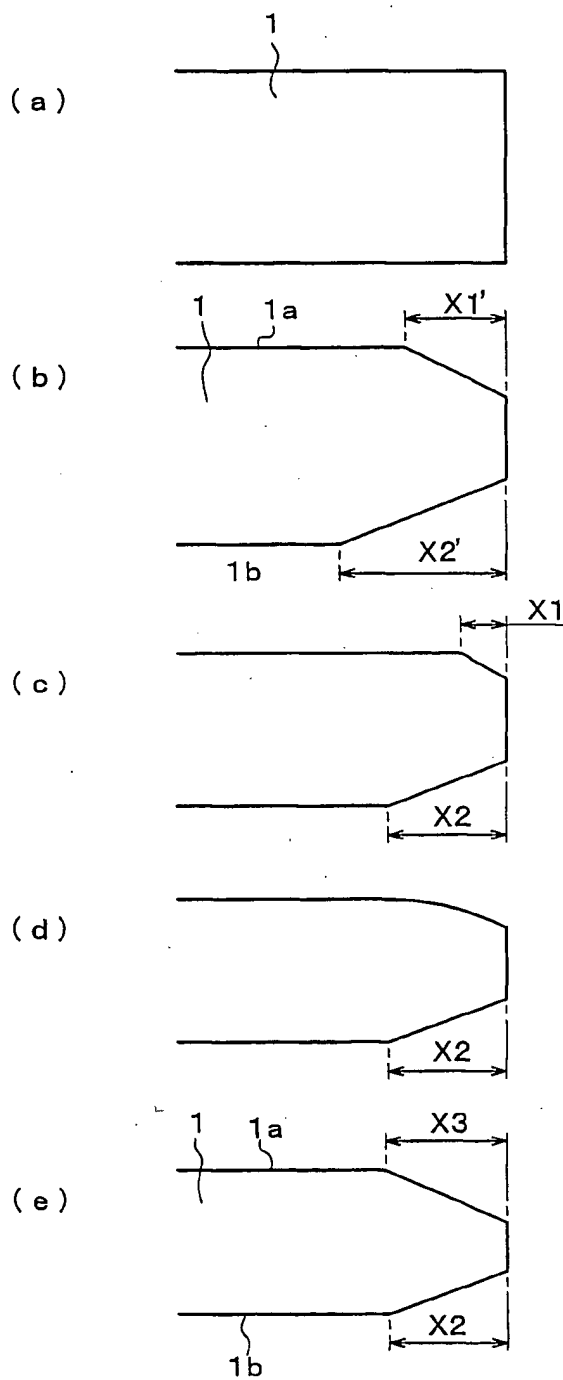
13. 請求項 8 乃至請求項 12 のいずれか 1 項によって作製された、外周除去領域のない貼り合わせウェーハ。

10

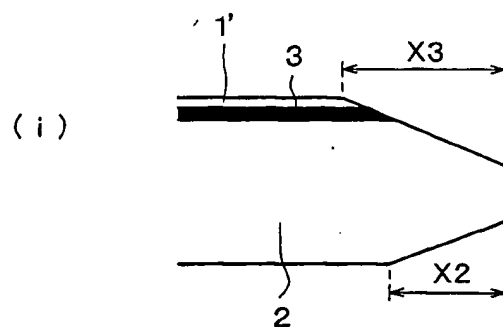
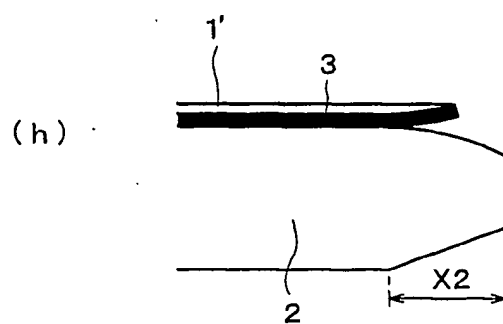
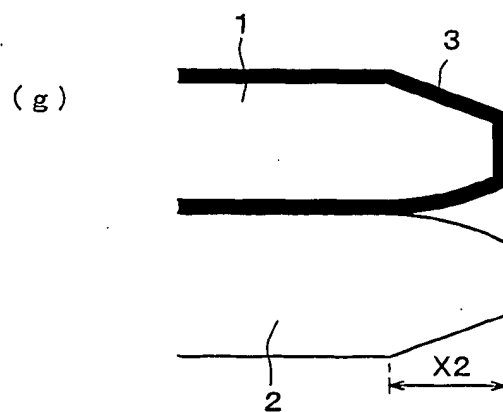
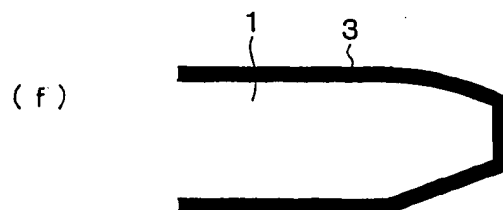
15

20

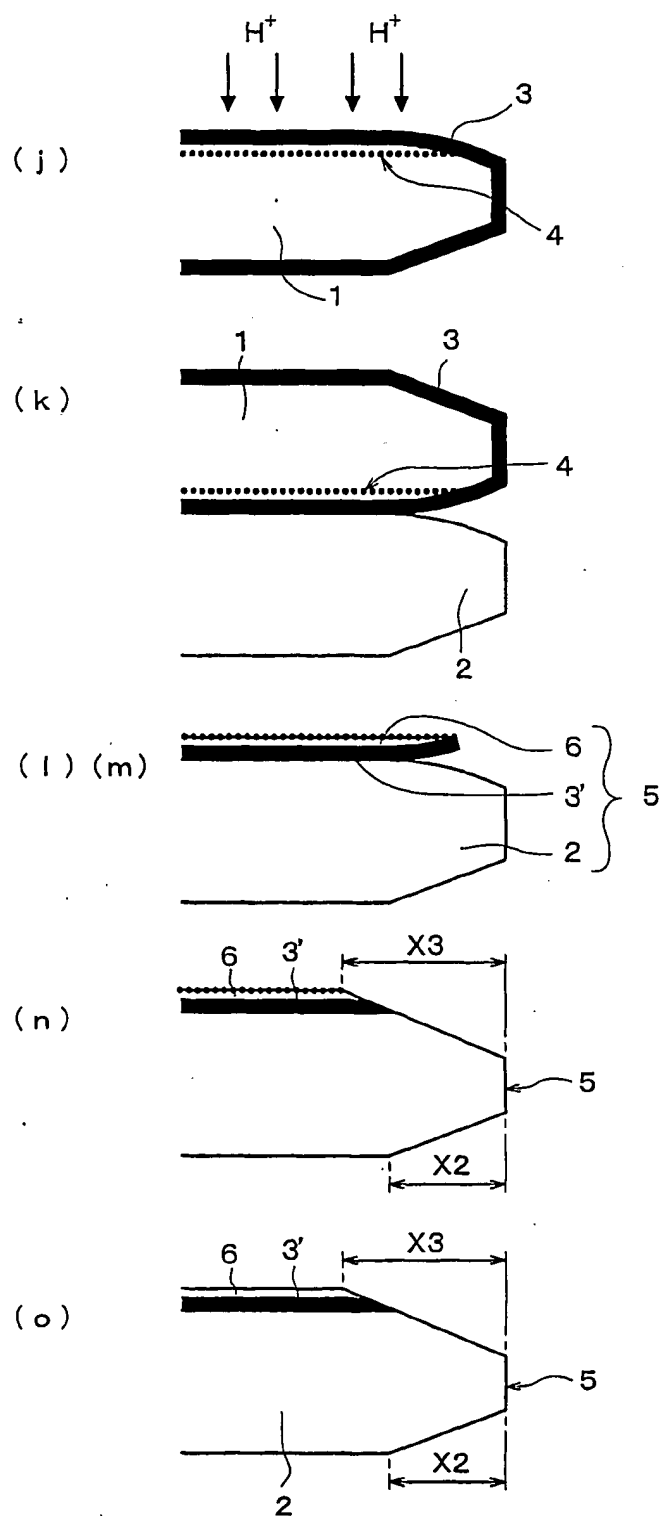
第 1 図



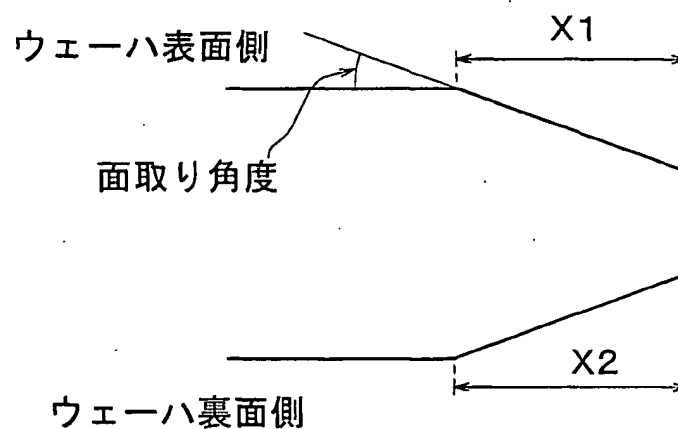
第 2 図



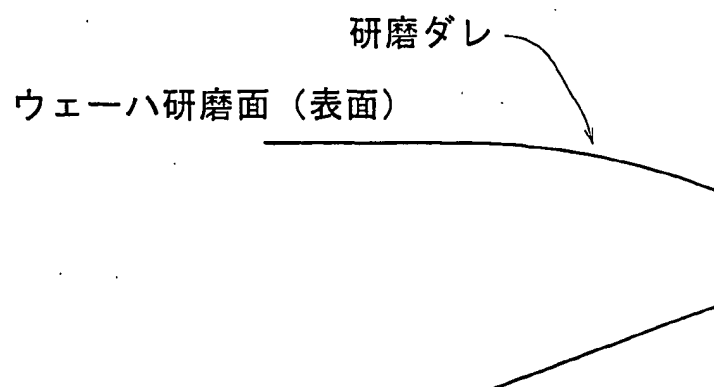
第 3 図



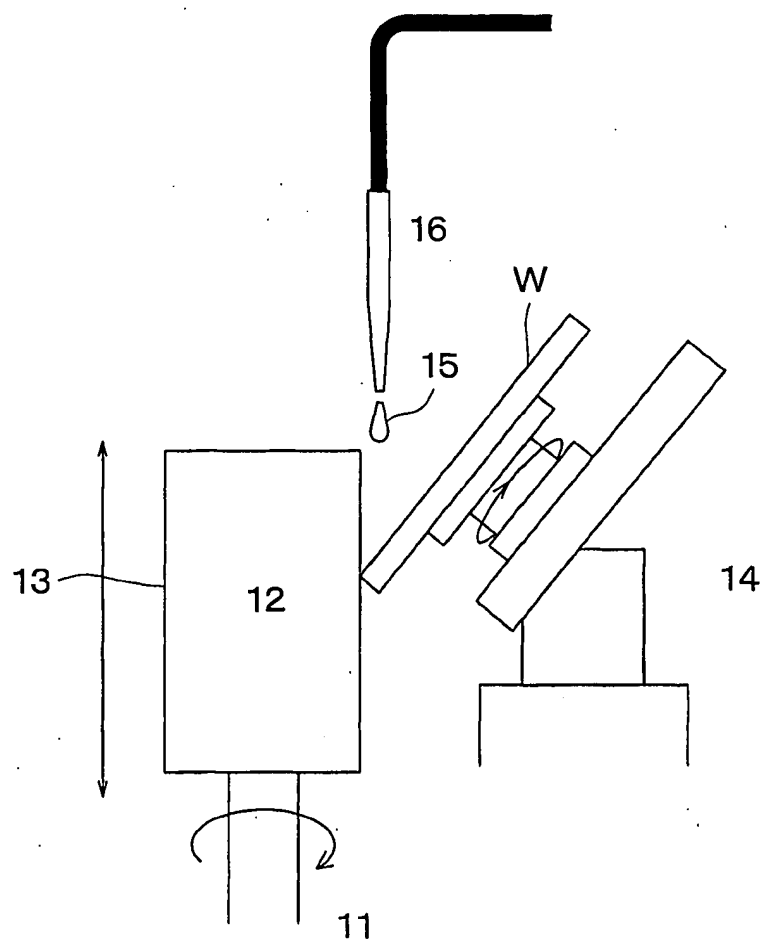
第 4 図



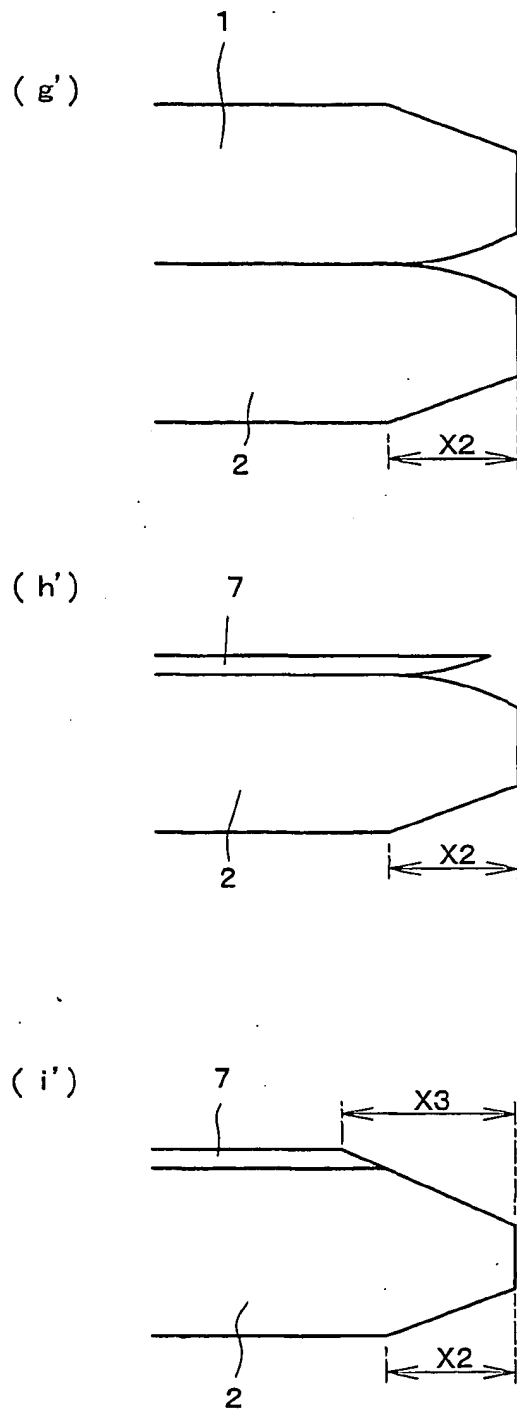
第 5 図



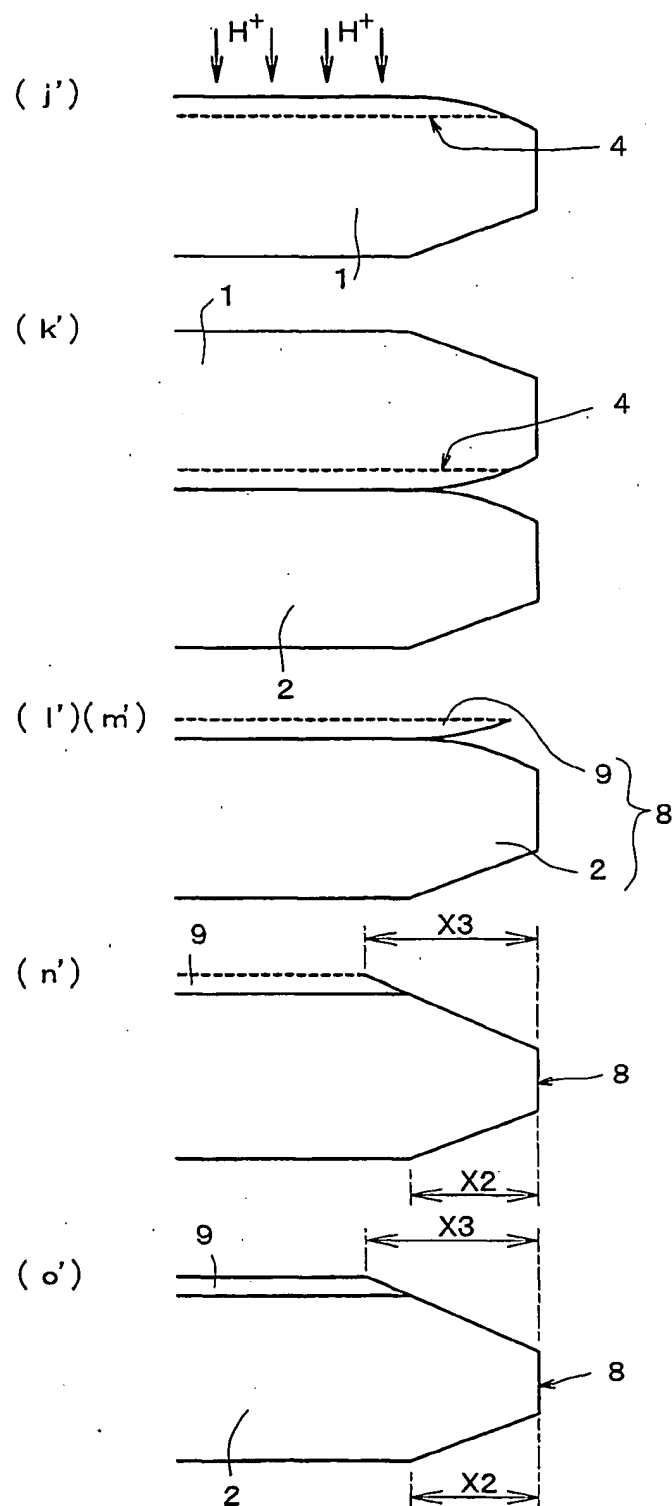
第 6 図



第 7 図



第 8 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/02448

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H01L21/304, H01L27/12, B24B 9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H01L21/304, H01L27/12, B24B 9/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1920-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 9-251934, A (Hitachi, Ltd.), 22 September, 1997 (22.09.97) (Family: none)	1
A	JP, 59-214554, A (Daiichi Seiki K.K.), 04 December, 1984 (04.12.84) (Family: none)	1
A	EP, 451993, A2 (Shin-Etsu Handotai Company, Limited), 16 October, 1991 (16.10.91), & JP, 6-36413, B2 & US, 5152857, A	2-13
A	JP, 11-26336, A (Sumitomo Sitix Corporation), 29 January, 1999 (29.01.99) (Family: none)	2-13
A	JP, 5-226305, A (Hitachi, Ltd.), 03 September, 1993 (03.09.93) (Family: none)	2-13
A	EP, 533551, A (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE), 24 March, 1993 (24.03.93), & JP, 5-211128, A & US, 5374564, A & FR, 2681472, A	3, 5, 9, 11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
 18 June, 2001 (18.06.01)

Date of mailing of the international search report
 26 June, 2001 (26.06.01)

Name and mailing address of the ISA/
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.


PCT/JP01/02448

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP, 720891, A (Shin-Etsu Handotai Company, Limited), 10 July, 1996 (10.07.96), & JP, 8-168946, A & US, 5766065, A & US, 5928066, A	1-13

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO1/02448

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. H01L21/304 H01L27/12 B24B 9/00		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. H01L21/304 H01L27/12 B24B 9/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1920-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-1996年 日本国登録実用新案公報 1994-2001年 日本国実用新案登録公報 1996-2001年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 9-251934, A (株式会社日立製作所) 22. 9月. 1997 (22. 09. 97) (ファミリーなし)	1
A	JP, 59-214554, A (第一精機株式会社) 4. 12月. 1984 (04. 12. 84) (ファミリーなし)	1
A	EP, 451993, A, 2 (SHIN-ETSU HANDOTAI COMPANY, LIMIT ED) 16. 10月. 1991 (16. 10. 91) & JP, 6-3 6413, B.2 & US, 5152857, A	2-13
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 18. 06. 01	国際調査報告の発送日 26.06.01	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 森川 元嗣 電話番号 03-3581-1101 内線 3363	3P, 8211 

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1998年7月)

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 11-26336, A (住友シチックス株式会社) 29. 1 月. 1999 (29. 01. 99) (ファミリーなし)	2-13
A	JP, 5-226305, A (株式会社日立製作所) 3. 9月. 1 993 (03. 09. 93) (ファミリーなし)	2-13
A	EP, 533551, A (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) 24. 3月. 1993 (24. 03. 93) & JP, 5-2111 28, A&US, 5374564, A&FR, 2681472, A	3, 5, 9, 11
A	EP, 720891, A (SHIN-ETSU HANDOTAI COMPANY LIMITED) 10. 7月. 1996 (10. 07. 96) & JP, 8-1689 46, A&US, 5766065, A&US, 5928066, A	1-13

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.